

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
18 avril 2002 (18.04.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/31551 A1

(51) Classification internationale des brevets : G02B 6/124

[FR/FR]; Avenue de la Roche Fourcade, Zone industrielle
Saint-Mitre, F-13400 Aubagne (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR01/03159

(72) Inventeur; et

(22) Date de dépôt international :

12 octobre 2001 (12.10.2001)

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : CHAZAL-
LET, Frédéric [FR/FR]; 146, chemin de Palama, F-13013
Marseille (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(74) Mandataire : HERARD, Paul; Cabinet Beau de
Loménie, 232, avenue du Prado, F-13295 Marseille Cedex
08 (FR).

(30) Données relatives à la priorité :

00/13122	13 octobre 2000 (13.10.2000)	FR
00/13869	27 octobre 2000 (27.10.2000)	FR
00/13870	27 octobre 2000 (27.10.2000)	FR

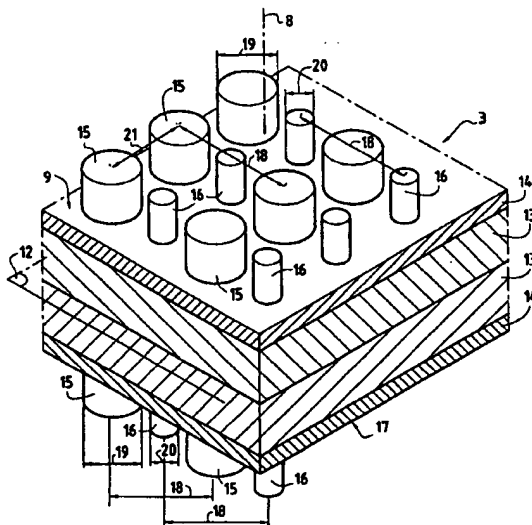
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK,

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : HIGH-
WAVE OPTICAL TECHNOLOGIES MARSEILLE

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL FILTERS, METHOD FOR MAKING SAME AND USE THEREOF FOR A MULTIPLEX SYSTEM

(54) Titre : FILTRES OPTIQUES, LEUR PROCÉDE DE FABRICATION ET LEUR UTILISATION POUR UN SYSTÈME MUL-
TIPLEXE



(57) Abstract: The invention concerns an optical filter, the method for making it and its use for a wavelength division multiplexing optical system. The technical field of the invention is that of the manufacture of optical fibre telecommunication system. The inventive optical component (3) comprises at least a thin layer (14) deposited on a substrate (13) and comprises at least a pluri-periodic resonant structure or grating including several contacts (15, 16) or patterns uniformly spaced along two directions, the structure or grating being etched in at least a thin layer, so as to form a bandpass filter whereof the bandwidth is centred on the wavelength corresponding to the resonance of said resonant structure.

[Suite sur la page suivante]

WO 02/31551 A1



SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

- (84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- relative au droit du déposant de demander et d'obtenir un brevet (règle 4.17.ii)) pour les désignations suivantes AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE,

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrégé :** La présente invention est relative à un filtre optique, à son procédé de fabrication et à son utilisation pour un système multiplex optique à division de longueur d'onde. Le domaine technique de l'invention est celui de la fabrication de systèmes de télécommunications par fibres optiques. Le composant optique (3) selon l'invention comporte au moins une couche (14) mince déposée sur un substrat (13) et comporte au moins une structure ou un réseau résonnante(e) pluripériodique comportant une pluralité de plots (15, 16) ou motifs régulièrement espacés selon deux directions, la structure ou réseau étant gravé(e) dans au moins une couche mince, de façon à former un filtre passe-bande dont la bande passante est centrée sur la longueur d'onde correspondant à la résonance de ladite structure résonnante.

FILTRES OPTIQUES, LEUR PROCEDE DE FABRICATION ET LEUR UTILISATION
POUR UN SYSTEME MULTIPLEX

La présente invention est relative à un filtre optique, à son
5 procédé de fabrication et à son utilisation pour un système multiplex
optique à division de longueur d'onde.

Le domaine technique de l'invention est celui de la fabrication de
systèmes de télécommunications par fibres optiques.

Afin d'accroître la capacité de transport de réseaux câblés à fibre
10 optique, il est connu de multiplexer plusieurs canaux pour les faire
transiter simultanément dans une fibre, puis de les démultiplexer ;
lorsque le multiplexage est effectué par division de la bande de
transmission (en longueur d'onde) de la fibre, on parle généralement de
système WDM pour « Wavelength Division Multiplex » ; afin d'augmenter
15 le nombre de canaux susceptibles d'être multiplexés pour accroître la
capacité d'une fibre en restant dans une plage de longueur d'onde
déterminée, il faut disposer d'un multiplexeur (et d'un démultiplexeur)
susceptible de traiter (mélanger ou séparer) plusieurs faisceaux dont les
longueurs d'onde sont très voisines ; on a donc besoin de composants
20 optiques de filtration ayant une bande passante très étroite (de l'ordre
de 10^{-9} mètres) et un taux de réjection très élevé ; on a également
besoin de tels composants qui soient commutables.

Il a été proposé dans le brevet US 5,355,237 un dispositif
multiplexeur comportant plusieurs guides d'onde d'entrée, un réseau
25 diffractant s'étendant le long d'une courbe concave, et un guide d'onde
de sortie dont une face est couplée à une fibre optique ; le dispositif
comporte des diodes laser, qui s'étendent orthogonalement à l'axe de la
fibre, et à chacune desquelles est associé un réseau de diffraction de
surface adapté à la longueur d'onde de la diode ; dans le cas d'un
30 démultiplexeur, les diodes laser et leurs réseaux de diffraction associés
sont remplacés par des photodiodes ; le réseau diffractant courbe est
réalisé par lithographie à faisceau d'électrons, sous la forme d'un

chenal étroit s'étendant en dent de scie le long d'un contour courbe ; les inconvénients de ce type de dispositif optique sont leur coût élevé, leur rendement médiocre et leur forte sensibilité à la température et à la polarisation du faisceau incident.

5 Le brevet US 5,216,680 expose une méthode mathématique d'analyse de phénomènes de résonance dans un guide d'onde et suggère d'en appliquer les résultats à la conception d'un filtre optique résonnant pour laser, sans toutefois décrire le filtre ; le brevet US 6,035, 089 expose que cette méthode peut être utilisée pour concevoir
10 un filtre constitué de bandes creusées dans un guide d'onde supporté par un substrat, puis rempli d'un matériau propre à obtenir une structure résonnante, en particulier à 533,4 nm.

Il est par ailleurs connu de réaliser des filtres optiques (passe-bande en transmission) par empilement de nombreuses couches minces
15 d'épaisseur et d'indice de réfraction déterminé, pour transmettre une longueur d'onde déterminée.

Il est également connu de réaliser des filtres de Bragg photo-inscrits dans une fibre ; ces filtres fonctionnent en réflexion.

La présente invention a pour objet de proposer un filtre optique
20 amélioré, un multiplexeur (et un démultiplexeur) incorporant ce filtre, et son procédé de fabrication.

Un objectif de l'invention est de remédier, en partie au moins, aux inconvénients des filtres optiques connus et de leurs procédés de fabrication.

25 Selon un aspect de l'invention, on utilise des structures résonnantes à une longueur d'onde déterminée et sous une incidence déterminée ; une résonance est obtenue par la construction d'un réseau de motifs à la surface et le cas échéant dans l'épaisseur d'au moins un guide d'onde constitué par une couche mince ou un empilement de
30 couches minces ; la résonance résulte d'un couplage électromagnétique par le réseau entre une onde incidente sensiblement selon la normale à

la surface du guide d'onde (et/ou des couches minces), et un mode guidé du guide d'onde : la résonance est observée lorsque des fréquences temporelle et spatiale de l'onde incidente sont sensiblement égales à celles correspondant à un mode propre de la structure ; à cet effet, on prévoit généralement des motifs dont les dimensions et l'espacement sont voisins de la longueur d'onde désirée, et généralement inférieurs à celle-ci.

Selon un autre aspect de l'invention, ladite structure et/ou ledit réseau est bipériodique ou pluripériodique : elle (il) comporte une pluralité de premiers motifs identiques, régulièrement espacés selon deux directions parallèles au guide d'onde, et selon un premier pas ; elle (il) comporte en outre une pluralité de deuxièmes motifs identiques qui sont régulièrement espacés selon lesdites directions et selon ledit premier pas, qui sont disposés imbriqués avec lesdits premiers motifs et qui sont de forme, de configuration et/ou de dimensions différentes de celles des premiers motifs. Ainsi, lesdits premiers motifs forment un premier « sous-réseau » qui est imbriqué avec un second « sous-réseau » constitué par lesdits seconds motifs.

Généralement, et en conséquence de cette imbrication, un premier motif et un second motif adjacent au premier motif seront séparés d'une distance égale à la moitié dudit pas ; dans un mode préféré de réalisation, le réseau résonnant peut comporter plus de deux sous-réseaux, en particulier 3 ou 4 sous-réseaux imbriqués pour former le réseau pluripériodique (ou multipériodique).

Une telle structure permet d'assurer un filtrage passe-bande en réflexion, qui est doté d'un taux de réjection élevé et qui permet une inclinaison (généralement de faible valeur) de l'onde incidente par rapport à la normale à la surface des couches minces du guide d'onde, cette inclinaison étant souhaitable pour séparer le faisceau réfléchi du faisceau incident, sans nécessiter l'usage d'une lame semi-réfléchissante ou d'un système interférentiel.

Une telle structure permet d'obtenir des performances améliorées pour des variations de l'angle d'incidence, de l'angle d'ouverture, ou de polarisation du faisceau incident.

Selon un autre aspect de l'invention, on utilise un composant
5 optique comportant plusieurs couches minces superposées sur un substrat et incorporant deux telles structures résonnantes, qui sont de préférence disposées symétriquement par rapport à un plan médian, et qui sont identiques et/ou résonnantes à la même longueur d'onde ; on obtient ainsi un filtre passif passe-bande en transmission qui est doté
10 d'un taux de réjection élevé, et qui est simple à fabriquer.

Un réseau de motifs saillants en forme de plots peut être obtenu par gravure d'une couche mince par un faisceau d'électrons et/ou par microlithographie (ou procédé équivalent).

Selon une variante de réalisation de l'invention, chacun des motifs
15 est constitué d'une (ou comporte une) région de couche mince dont l'indice est modifié localement par l'implantation d'ions dans la couche mince ; cette implantation est obtenue en soumettant la couche mince à un bombardement ionique, par un faisceau d'ions délivré par un accélérateur de particules, un canon à ions et/ou un planteur ionique.

20 Cette opération d'implantation fait appel à une technique connue notamment pour doper un matériau semi-conducteur avec des matériaux dopants. Pour l'application de cette technique à l'invention, on utilisera généralement comme matériau dopant un matériau choisi parmi l'erbium, le niobium, le titane, le silicium, le phosphore ou le germanium.

25 Afin de doper seulement certaines régions de la couche mince pour former les motifs dopés, on utilise de préférence une technique de masquage de la couche mince telle que celle utilisée pour la gravure : on recouvre la couche mince à doper d'un masque "perforé" de forme complémentaire à celle du réseau de motifs à former ; le masque
30 empêche ainsi que les parties de la couche mince qu'il recouvre ne soient soumises au flux ionique ; il permet donc la préservation, dans la

couche mince qu'il recouvre, de zones non dopées entourant les régions dopées.

Par ailleurs, en faisant varier l'intensité et/ou la durée d'exposition des parties non masquées de la couche mince au faisceau d'ions, on peut faire varier la configuration ionique des motifs dopés, en particulier la densité volumique d'ions implantés et/ou la profondeur d'implantation, afin d'obtenir une configuration de forme (profil) et/ou d'indice déterminé.

On peut en outre procéder à un recuit de structure après dopage pour modifier, de façon contrôlée, par migration des ions dans la couche mince, le gradient d'indice et/ou de population ionique dans les motifs dopés.

La réalisation d'un composant incorporant deux réseaux résonnants peut être effectuée en gravant (ou en implantant) les deux réseaux sur deux portions d'une couche mince reposant sur un substrat commun ; le substrat peut ensuite être coupé en deux parties qui peuvent être assemblées pour former le composant ; l'assemblage peut être effectué par mise en contact des deux parties par la face sur laquelle est prévu le réseau ; cet assemblage peut être obtenu par adhésion moléculaire ; alternativement les deux parties peuvent être assemblées par leurs portions respectives du substrat, le cas échéant par collage.

Selon une variante de réalisation, on peut réaliser une gravure (ou un dopage) à la surface de chacun de deux empilements de couches minces prévues sur chacune des deux faces d'un substrat commun aux deux empilements.

De préférence le réseau est gravé (ou implanté) dans une structure anti-reflet comportant au moins une couche mince.

Des performances améliorées (bande étroite et réjection élevée) sont obtenues en formant (en gravant ou en implantant) les motifs de chaque réseau dans une couche (dite externe) d'indice (par exemple

voisin de 1,5) inférieur à celui (par exemple voisin de 2) de la couche sur laquelle la couche externe est déposée, ce qui conduit à une structure anti-reflet.

En outre, l'utilisation de motifs gravés de contour circulaire et/ou dotés de faces latérales inclinées par rapport à la normale aux couches minces améliore la tenue à l'ouverture; de façon similaire l'utilisation de motifs dopés de contour circulaire et/ou dotés d'un profil d'implantation et/ou d'indice incliné par rapport à cette normale présente un avantage de même nature.

10 Pour augmenter le taux de réjection du filtre optique obtenu, on peut également prévoir plusieurs réseaux résonnants superposés.

Les composants selon l'invention présentent l'avantage de nécessiter un nombre réduit de couches minces, par comparaison avec des filtres à couches minces habituels.

15 En outre, ils permettent d'obtenir des filtres plus étroits qui sont donc mieux adaptés à la division d'une bande de transmission en un grand nombre de canaux. En pratique deux ou trois couches minces peuvent suffire pour construire un filtre passe-bande ayant un taux de réjection élevé pour les longueurs d'onde éloignées de la longueur
20 d'onde sur laquelle est centré le filtre, ayant une largeur spectrale inférieure à un nanomètre et réfléchissant ou transmettant environ 100 % du faisceau incident - en dehors de la bande passante -, même lorsque le faisceau incident est doté d'une incidence (par rapport à la normale) pouvant atteindre plusieurs degrés et/ou d'une ouverture de
25 quelques mrd, en particulier de 5 à 20 mrd.

Du fait que la position de la longueur d'onde centrale est essentiellement déterminée par la géométrie du réseau qui s'étend sur la (les) face(s) externe(s) du composant, il est facile de décaler et/ou d'ajuster la longueur d'onde centrale après réalisation du réseau: ce
30 décalage peut en particulier être obtenu en recouvrant le réseau d'une couche mince d'indice et d'épaisseur adaptés, ou bien en modifiant la

géométrie du réseau, par exemple par une étape postérieure de gravure par faisceau d'électrons.

Les couches minces (inactives) peuvent être réalisées par dépôt d'un matériau choisi parmi des métaux tels que Al, Ni, Ag, Au, des oxydes tels que TiO_2 , SiO_2 , Ta_2O_5 , des fluorures (tels que M_gF_2), des sulfures (tels que Z_nS) ou des nitrures ; chaque couche mince a une épaisseur allant généralement de 10 nm à $10\mu\text{m}$; l'épaisseur de la couche mince recouvrant le réseau pour décaler la longueur d'onde centrale pourra être inférieure à ces valeurs : elle peut aller de 1 à 10 nm (nanomètre).

Par comparaison, le substrat a une épaisseur plus élevée, par exemple de l'ordre de 0,5 mm à 1 mm ; il est constitué d'un matériau transparent pour les longueurs d'ondes considérées, en particulier les longueurs d'ondes voisines de $1,5\mu\text{m}$, tel que du verre ou de la silice.

La gravure du réseau peut être obtenue par diverses techniques, telles que la technique de gravure sèche, de gravure humide, de gravure réactive, de gravure par faisceau ionique, le cas échéant assistée chimiquement.

Selon un autre aspect de l'invention, on propose un filtre à couches minces dans lequel au moins une des couches minces, dite couche active, est réalisée dans un matériau non amorphe ; l'indice et/ou la géométrie de cette couche peut donc être substantiellement modifiée de façon réversible, lorsqu'elle est placée dans un champ électrique, notamment lorsqu'elle est traversée par un courant électrique.

Ledit matériau est en outre transparent aux longueurs d'onde de travail, en particulier dans le domaine infrarouge, notamment aux longueurs d'onde voisines de 1,5 micron.

Grâce à cet aspect de l'invention, en appliquant une tension électrique à deux bornes du composant, on peut modifier les caractéristiques du filtre, grâce aux propriétés piézoélectriques,

photoélectriques et/ou photo réfractives du matériau constituant la couche active.

Le matériau constitutif de ladite couche active peut être essentiellement cristallin ; cependant, dans de nombreux cas, ce
5 matériau est partiellement cristallin.

Bien que ce matériau puisse avoir des propriétés des matériaux conducteurs ou semi-conducteurs, il aura dans de nombreux cas des propriétés des matériaux électriquement isolants.

Ladite couche mince active peut en particulier être réalisée par
10 dépôt d'un matériau choisi parmi LiNbO_3 , BaTiO_3 , ZnO ; cette couche peut également être réalisée par dépôt d'autre matériaux habituellement utilisés pour la fabrication de couches minces ; cependant, afin de ne pas obtenir une structure amorphe résultant des techniques habituelles de dépôt de ces matériaux, il est nécessaire de modifier le procédé de
15 dépôt pour obtenir une couche partiellement cristalline ; en particulier lorsqu'on utilise du Ta_2O_5 , on peut provoquer le dépôt à une température supérieure à la température habituelle ; on peut notamment opérer à une température située dans une plage allant de 200 ou 300°C jusqu'à 800 ou 900°C, plutôt que d'opérer aux températures habituelles
20 qui sont généralement inférieures ou égales à 100°C.

Afin d'éviter le dépôt d'une couche mince amorphe, on peut également augmenter l'énergie du faisceau d'ions ou d'électrons utilisé pour l'"évaporation" du matériau à déposer, afin de favoriser l'arrachement de macro-structures cristallines et leur dépôt sur le
25 substrat.

Selon un premier mode préféré de réalisation, ladite couche active partiellement au moins cristalline, est celle dans laquelle sont formés les motifs du réseau ; ainsi, la modification de faible amplitude, de l'indice et/ou des dimensions de cette couche provoque un déplacement
30 de la fréquence centrale du filtre.

Selon un deuxième mode préféré de réalisation, le filtre a couches minces peut comporter deux couches minces actives s'étendant de part et d'autre d'une troisième couche mince inactive dans laquelle sont formés les motifs du réseau résonnant ; dans ce cas notamment, les
5 couches actives peuvent être constitués d'ITO modifié pour obtenir une transparence aux longueurs d'ondes voisines de 1,55 μm .

Du fait que les filtres à couches minces selon l'invention peuvent être commandés électriquement de façon à modifier leurs caractéristiques optiques, ils peuvent notamment être utilisés pour
10 constituer des systèmes optiques de traitement d'informations de type "add-and-drop" et des systèmes optiques de commutation de type "cross-connect".

Les caractéristiques particulières des filtres actifs selon l'invention permettent leur utilisation pour des applications nécessitant
15 une fréquence élevée ; le changement d'état (et des caractéristiques) de la couche mince active peut en effet être effectué à des fréquences de l'ordre de 1MHz à 10 GHz.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention seront compris au travers de la description suivante qui se réfère aux dessins annexés, qui illustrent sans aucun caractère limitatif des modes
20 préférentiels de réalisation de l'invention.

La figure 1 est une vue schématique en perspective d'une partie d'un composant comportant un réseau gravé, selon un premier mode de réalisation.

25 La figure 2 est une vue schématique en coupe transversale d'une partie d'un composant comportant un réseau gravé, selon un deuxième mode de réalisation.

La figure 3 est une vue en plan schématique d'un démultiplexeur huit voies intégrant des filtres passe-bande en transmission selon
30 l'invention.

La figure 4 est une vue en perspective schématique d'une ébauche de composant selon l'invention, avant sa découpe, pour former un composant de structure similaire à celle du composant illustré figure 1.

5 La figure 5 est une vue schématique en coupe par un plan transversal aux plans des couches, qui montre un plot d'un réseau gravé dont les flancs sont inclinés.

La figure 6 est une vue en plan schématique d'un démultiplexeur à quatre voies incorporant quatre composants comportant un réseau gravé, formant des filtres passe-bande en réflexion.

10 La figure 7 illustre en vue en plan l'arrangement des plots ou motifs de contour carré d'un réseau gravé ou dopé pluripériodique.

Les figures 8 et 9 illustrent les performances d'un filtre constitué d'une couche mince déposée sur un substrat et sur laquelle est formé le réseau de la figure 7.

La figure 10 est une vue schématique en perspective d'une partie d'un composant comportant un réseau de motifs dopés, selon un premier mode de réalisation.

La figure 11 est une vue schématique en coupe transversale d'une partie d'un composant comportant un réseau de motifs dopés, selon un deuxième mode de réalisation.

La figure 12 est une vue en plan schématique d'un démultiplexeur huit voies intégrant des filtres passe-bande en transmission selon l'invention.

25 La figure 13 est une vue schématique en coupe par un plan transversal aux plans des couches, qui montre un motif dopé d'un réseau dont le profil transversal d'indice est incliné et incurvé.

La figure 14 est une vue en plan schématique d'un démultiplexeur à quatre voies incorporant quatre composants comportant un réseau de motifs dopés, formant des filtres passe-bande en réflexion.

La figure 15 est une vue schématique en perspective d'une partie
5 d'un composant selon un premier mode de réalisation, qui comporte deux couches actives symétriques par rapport à un plan médian, dans chacune desquelles un réseau a été formé par dopage.

La figure 16 est une vue schématique en coupe transversale d'une partie d'un composant actif selon un deuxième mode de réalisation,
10 dans lequel les motifs de chaque réseau sont gravés.

La figure 17 est une vue schématique en coupe par un plan transversal aux plans des couches, qui montre un motif dopé d'un réseau dont le profil transversal d'indice est incliné et incurvé.

La figure 18 est un graphe illustrant un spectre de diffraction de
15 rayons X par une couche mince active de structure partiellement cristalline et partiellement amorphe.

La figure 19 est une vue en plan schématique d'un système utilisant neuf filtres actifs fonctionnant en réflexion pour diriger sélectivement (et le cas échéant mélanger) en fonction de signaux
20 électriques de commande, trois voies d'entrée (E) vers trois voies de sortie (S).

Par référence aux figures 3 et 6, le démultiplexeur 1, 2 comporte huit filtres 3 (respectivement quatre filtres 4) passe-bande centrés sur huit (respectivement quatre) longueurs d'ondes différentes
25 correspondant aux huit (respectivement quatre) canaux à séparer.

Le démultiplexeur comporte une interface 5 de couplage optique avec une fibre optique 6 transportant le rayonnement à diviser ; le faisceau incident 7 délivré par la fibre forme avec la normale 8 à la face 9 du filtre un angle 10 d'incidence, dont la valeur est la plus faible
30 possible afin de limiter les perturbations susceptibles d'en résulter.

Le démultiplexeur 2 figure 6 comporte quatre collimateurs 11 de sortie respectivement associés aux quatre filtres 4, qui servent à diriger vers un capteur (tel qu'une photodiode) - non représenté - la partie 12 du faisceau incident 7 correspond à la longueur d'onde associée au canal correspondant.

De façon similaire, le démultiplexeur 1 figure 3 comporte huit collimateurs 11 de sortie ; chaque démultiplexeur 1, 2 peut comporter un collimateur d'entrée intégré pour limiter l'ouverture du faisceau incident 7 en provenance de la fibre. Les filtres 3 et 4 ont une structure de plaque telle que celle respectivement illustrée figures 1 et 2.

Le filtre 3 figure 1 s'étend selon une symétrie par rapport à son plan 12 médian : il comporte, de part et d'autre de ce plan, un substrat 13 recouvert d'une couche mince 14 dans une partie de l'épaisseur de laquelle ont été formés par gravure des plots 15, 16 formant un réseau résonnant.

Ce réseau comporte d'une part une pluralité de premiers plots 15, de forme cylindrique selon des axes parallèles à la normale 8 à la face externe supérieure 9 et à la face externe inférieure 17 du composant 3, et de section transversale (ou contour) circulaire ; le réseau comporte d'autre part une pluralité de deuxième plots 16 de forme également cylindrique et parallèle à la normale 8 au plan 12.

Les plots 15 sont de forme et de dimension identiques et sont régulièrement espacés selon deux directions orthogonales perpendiculaires à la normale 8 pour former un premier maillage carré.

Les plots 16 sont également de forme et de dimension identiques et sont espacés selon lesdites directions orthogonales perpendiculaires à la normale 8 pour former un deuxième maillage carré, qui est imbriqué avec le premier maillage carré.

Les plots 15, 16 forment ainsi un réseau bipériodique à deux dimensions qui s'étend à la surface de la couche 14.

A cet effet, les pas longitudinaux 21 et transversaux 18 des deux maillages sont identiques et inférieurs à la longueur d'onde de filtrage, mais le diamètre 19, 20 et/ou la hauteur respective des plots 15, 16 est (sont) différent(s).

5 Le composant 3 comporte ainsi deux réseaux identiques respectivement prévus sur sa face supérieure 9 externe et sur sa face inférieure 17 externe, de façon à former un filtre passe-bande en transmission ; la fréquence (la longueur d'onde) centrale de ce filtre se calcule par les méthodes habituelles en la matière, en fonction des
10 caractéristiques optiques et géométriques des plots 15, 16 et de la couche 14 sur laquelle ces plots sont formés ; cette couche constitue un guide d'ondes doté de ses propres fréquences (temporelle et spatiale) de résonance.

 Selon la variante de réalisation illustrée figure 2, le filtre 4 passe-
15 bande en réflexion peut être constitué par plusieurs structures résonnantes empilées selon l'axe 8 (d'incidence normale) qui est perpendiculaire aux faces des couches : ce filtre comporte un substrat 13 recouvert d'une couche mince 14 dans une partie de l'épaisseur de laquelle est gravé un premier réseau résonnant ; une couche 22 formant
20 un substrat (ou écarteur « spacer ») recouvre la couche 14 et est elle-même revêtue d'une couche mince 23 comportant un deuxième réseau résonnant ; une couche 24 similaire à la couche 22 recouvre la couche 23 et est revêtue d'une couche mince 25 comportant un troisième réseau résonnant.

25 Par référence à la figure 4, un composant de structure similaire à celui illustré figure 1 peut être obtenu par collage ou adhésion de deux portions obtenues par découpe selon les lignes 26, 27 de l'ébauche illustrée figure 4 ; cette ébauche comporte un substrat 28 recouvert de deux couches minces 29 et 30 ; dans une partie de la couche 30 (ou
30 dans une couche la recouvrant) ont été formés une pluralité de motifs 31, 32 pyramidaux de section carrée, de forme et dimension identiques ; les motifs 31 forment un premier réseau s'étendant dans la première

portion 33 de l'ébauche, tandis que les motifs 32 forment un deuxième réseau (de caractéristiques identiques au premier) dans une deuxième portion 34 de l'ébauche de composant.

Les deux portions 33, 34 sont séparables par une coupe selon le plan défini par les lignes 26, 27, et sont ensuite solidarisées par la face 35 de leur substrat 28 respectivement, pour former une structure (symétrique par rapport à cette face 35) similaire à celle du composant illustré figure 1.

Par référence à la figure 5, les faces latérales (ou flancs) 36, 37 du plot 38 d'un réseau formé à la surface 9 de la couche mince 40, sont inclinées, par rapport à une normale 8a à la surface 9, d'un angle 41.

Dans le cas d'un démultiplexeur 2 utilisant des filtres 4 réfléchissants (figure 6), les filtres peuvent être alignés selon l'axe 50, leurs plans 12a respectifs étant disposés parallèlement les uns aux autres et régulièrement espacés d'un pas 51.

Dans le démultiplexeur 1 illustré figure 3, les filtres transmetteurs 3 s'étendent dans deux plans 12b, 12c parallèles et sont régulièrement espacés d'un pas 52.

Par référence à la figure 7, le réseau 60 comporte une pluralité de mailles carrées 61 de largeur 62 qui sont disposées côte à côte et s'étendent selon deux directions orthogonales contenues dans le plan de la figure.

Dans chaque maille sont prévus quatre plots de section carrée :

- deux premiers plots 63₁, 63₂ dont la section carrée a un côté de largeur 64,
- un second plot 65 dont la section carrée a un côté de largeur 66,
- un troisième plot 67 dont la section carrée a un côté de largeur 68,

les valeurs desdites largeurs étant différentes tout en étant voisines.

Les plots 63₁ sont régulièrement espacés d'un pas dont la valeur est égale à la largeur 62 de la maille ; les plots 63₂ sont également
5 espacés entre eux du même pas, ainsi que les plots 65 entre eux d'une part et de même que les plots 67 entre eux d'autre part.

Les quatre plots de chaque maille sont disposés de façon à ce que leurs centres respectifs soient disposés au sommet d'un carré dont le côté 70 correspond à la moitié du côté 62 de la maille 61.

10 En gravant le réseau illustré figure 7 dans une couche de Ta₂ O₅ d'indice $n = 2,023$ (à 1550 nm), et en choisissant les dimensions des plots suivantes : côté 62 = 1010 nm, côté 64 = 202 nm, côté 66 = 236 nm, côté 68 = 337 nm hauteur de chaque plot = 770 nm, épaisseur de la
15 couche subsistante de Ta₂ O₅ = 335 nm, on a obtenu un filtre dont la courbe de réflexion en fonction de l'angle d'incidence du faisceau est illustré figure 8, et dont la courbe de réflexion en fonction de la longueur d'onde est illustrée figure 9.

Les plots gravés 63, 65, 67 peuvent être remplacés par des motifs dopés de forme (contour) et espacement identiques ou similaires.

20 Par référence aux figures 12 et 14, le démultiplexeur 1001, 1002 comporte huit filtres 1003 (respectivement quatre filtres 1004) passe-bande centrés sur huit (respectivement quatre) longueurs d'ondes différentes correspondant aux huit (respectivement quatre) canaux à séparer.

25 Le démultiplexeur comporte une interface 1005 de couplage optique avec une fibre optique 1006 transportant le rayonnement à diviser ; le faisceau incident 1007 délivré par la fibre 1006 forme avec la normale 1008 à la face 1009 du filtre un angle 1010 d'incidence, dont la valeur est la plus faible possible afin de limiter les perturbations
30 susceptibles d'en résulter.

Le démultiplexeur 1002 figure 14 comporte quatre collimateurs 1011 de sortie respectivement associés aux quatre filtres 1004, qui servent à diriger vers une fibre optique 1110 de sortie la partie du faisceau incident 1007 qui correspond à la longueur d'onde associée au canal correspondant, et qui a été réfléchi par le filtre 1004 correspondant.

De façon similaire, le démultiplexeur 1001 figure 12 comporte huit collimateurs 1011 de sortie ; chaque démultiplexeur 1001, 1002 peut comporter un collimateur d'entrée intégré pour limiter l'ouverture du faisceau incident 1007 en provenance de la fibre. Les filtres 1003 et 1004 ont une structure de plaque telle que celle respectivement illustrée figures 10 et 11.

Chaque collimateur 1011 de sortie peut être constitué par l'extrémité dopée de la fibre 1110 de sortie correspondante ; l'extrémité de la fibre d'entrée 1006 peut également être dopée pour former un collimateur 1005.

Chaque démultiplexeur 1001, 1002 comporte un guide d'onde d'entrée 1100 qui est formé dans une couche déposée sur un substrat, et qui est prolongé par d'autres guides 1101 ; cette couche est munie de rainures sensiblement transversales à l'axe longitudinal des guides 1100, 1101, chaque rainure recevant un filtre disposé transversalement aux portions de guide d'onde 1100, 1101 ; ainsi la composante spectrale du faisceau 1007 se propageant dans les guides 1100, 1101, qui correspond à la longueur d'onde sur laquelle est centré le filtre, traverse celui-ci dans le cas de la figure 12 ou au contraire est réfléchi par le filtre dans le cas de la figure 14.

Cette composante filtrée est transmise par un guide d'onde 1102 de sortie à la fibre 1110 de sortie ; dans le cas de la figure 14, l'extrémité du guide 1102 est dopée pour former le collimateur 1011 de sortie.

Le filtre 1003 figure 10 s'étend selon une symétrie par rapport à son plan 1012 médian : il comporte, de part et d'autre de ce plan, un substrat 1013 recouvert d'une couche mince 1014 dans l'épaisseur de laquelle ont été formés, par implantation ionique, des motifs dopés
5 1015, 1016 formant un réseau résonnant.

Ce réseau comporte d'une part une pluralité de premiers motifs 1015, de forme cylindrique selon des axes parallèles à la normale 1008 à la face externe supérieure 1009 et à la face externe inférieure 1017 du composant 1003, et de section transversale (et/ou contour) circulaire ;
10 le réseau comporte d'autre part une pluralité de deuxième motifs 1016 de forme également cylindrique et parallèle à la normale 1008 au plan 1012.

Les motifs 1015 sont de forme et de dimension identiques et sont régulièrement espacés selon deux directions orthogonales
15 perpendiculaires à la normale 1008 pour former un premier maillage carré.

Les motifs 1016 sont également de forme et de dimension identiques et sont espacés selon lesdites directions orthogonales perpendiculaires à la normale 1008 pour former un deuxième maillage
20 carré, qui est imbriqué avec le premier maillage carré.

Les motifs 1015, 1016 forment ainsi un réseau bipériodique à deux dimensions qui s'étend à l'intérieur de la couche 1014.

A cet effet, les pas longitudinaux 1021 et transversaux 1018 des deux maillages sont identiques et inférieurs à la longueur d'onde
25 correspondant à la fréquence centrale de filtrage, mais le diamètre 1019, 1020 et/ou la hauteur respective des motifs 1015, 1016 est (sont) différent(s).

Le composant 1003 comporte ainsi deux réseaux identiques respectivement prévus sur sa face supérieure 1009 externe et sur sa
30 face inférieure 1017 externe, de façon à former un filtre passe-bande en transmission ; la fréquence (la longueur d'onde) centrale de ce filtre se

calculé par les méthodes habituelles en la matière, en fonction des caractéristiques optiques et géométriques des motifs 1015, 1016 et de la couche 1014 dans laquelle ces motifs sont formés ; cette couche constitue un guide d'ondes doté de ses propres fréquences (temporelle et spatiale) de résonance.

Selon la variante de réalisation illustrée figure 11, le filtre 1004 passe-bande en réflexion peut être constitué par plusieurs structures résonnantes empilées selon l'axe 1008 (d'incidence normale) qui est perpendiculaire aux faces des couches : ce filtre comporte un substrat 1013 recouvert d'une couche mince 1014 dans l'épaisseur de laquelle est implanté un premier réseau résonnant ; une couche 1022 formant un substrat (ou écarteur « spacer ») recouvre la couche 1014 et est elle-même revêtue d'une couche mince 1023 comportant un deuxième réseau résonnant ; une couche 1024 similaire à la couche 1022 recouvre la couche 1023 et est revêtue d'une couche mince 1025 comportant un troisième réseau résonnant.

Par référence à la figure 13, les faces latérales (ou flancs) 1036, 1037 du motif 1038 d'un réseau formé sous la surface 1009 de la couche mince 1040, sont inclinées, par rapport à une normale 1008a à la surface 1009, d'un angle 1041.

Dans le cas d'un démultiplexeur 1002 utilisant des filtres 1004 réfléchissants (figure 14), les filtres peuvent être alignés selon l'axe 1050, leurs plans 1012a respectifs étant disposés parallèlement les uns aux autres et régulièrement espacés d'un pas 1051.

Dans le démultiplexeur 1001 illustré figure 12, les filtres transmetteurs 1003 s'étendent dans deux plans 1012b, 1012c parallèles et sont régulièrement espacés d'un pas 1052.

Le filtre 2003 figure 15 s'étend selon une symétrie par rapport à son plan 2012 médian : il comporte, de part et d'autre de ce plan, un substrat 2013 recouvert d'une couche mince 2014 dans l'épaisseur de

laquelle ont été formés, par implantation ionique, des motifs dopés 2015, 2016 formant un réseau résonnant.

5 Ce réseau comporte d'une part une pluralité de premiers motifs 2015, de forme cylindrique selon des axes parallèles à la normale 2008 à la face externe supérieure 2009 et à la face externe inférieure 2017 du composant 2003, et de section transversale (ou contour) circulaire ; le réseau comporte d'autre part une pluralité de deuxièmes motifs 2016 de forme également cylindrique et parallèle à la normale 2008 au plan 2012 et aux couches minces.

10 Les motifs 2015 sont de forme et de dimension identiques et sont régulièrement espacés selon deux directions orthogonales perpendiculaires à la normale 2008 pour former un premier maillage carré.

15 Les motifs 2016 sont également de forme et de dimension identiques et sont espacés selon lesdites directions orthogonales perpendiculaires à la normale 2008 pour former un deuxième maillage carré, qui est imbriqué avec le premier maillage carré.

Les motifs 2015, 2016 forment ainsi un réseau bipériodique à deux dimensions qui s'étend à l'intérieur de la couche 2014.

20 A cet effet, les pas longitudinaux 2021 et transversaux 2018 des deux maillages sont identiques, mais le diamètre 2019, 2020 et/ou la hauteur respective des motifs 2015, 2016 est (sont) différent(s).

25 Le composant 2003 comporte ainsi deux réseaux identiques respectivement prévus sur sa face supérieure 2009 externe et sur sa face inférieure 2017 externe, de façon à former un filtre passe-bande en transmission ; la fréquence (la longueur d'onde) centrale de ce filtre se calcule par les méthodes habituelles en la matière, en fonction des caractéristiques optiques et géométriques des motifs 2015, 2016 et de la couche 2014 dans laquelle ces motifs sont formés ; cette couche
30 constitue un guide d'ondes doté de ses propres fréquences (temporelle et spatiale) de résonance.

Chacune des deux couches minces 2014 dans lesquelles sont formés les motifs 2015, 2016, est constituée d'un matériau partiellement cristallin doté de propriétés piézoélectriques, photoélectriques et/ou photo réfractives ; chaque couche 2014 est en contact électrique par
5 deux parties opposées de sa tranche avec deux électrodes 2140 respectivement reliées aux deux bornes d'un générateur 2141 de signaux électriques de commande.

Cette construction permet d'appliquer un champ électrique entre lesdites deux parties opposées de la tranche de chaque couche 2014 ; il
10 en résulte une modification des caractéristiques géométriques et/ou optiques de chaque couche 2014, et par conséquent une variation de la fréquence de résonance de la structure résonnante formée dans les couches actives 2014.

Selon la variante de réalisation illustrée figure 16, le filtre 2004
15 passe-bande en réflexion est constitué par plusieurs structures résonnantes empilées selon l'axe 2008 (d'incidence normale) qui est perpendiculaire aux faces des couches : ce filtre comporte un substrat 2013, ainsi qu'une couche mince 2014 dans une partie de l'épaisseur de laquelle est gravé un premier réseau résonnant.

20 La couche 2014 s'étend entre deux couches minces actives 2200 et 2201 qui sont respectivement reliées par deux éléments conducteurs (formant électrodes) 2300 et 2301 aux bornes d'une source d'énergie électrique ; lorsque cette source délivre une tension entre ses bornes, cette tension est appliquée aux couches 2200 et 2201 et provoque une
25 modification des caractéristiques de la couche 2014 qu'elles enserrant ; il en résulte une modification des caractéristiques du filtre 2004.

Sur ce premier empilement du filtre 2004 sont prévus deux autres empilements de structure similaire : un deuxième empilement comporte une couche 2022 formant un substrat (ou écarteur « spacer ») et
30 recouvrant la couche 2201, et une couche mince 2023 comportant un deuxième réseau résonnant et prise en sandwich entre deux couches actives 2202 et 2203; un troisième empilement comporte une couche

2024 similaire à la couche 2022 recouvrant la couche 2203, et une couche mince 2025 comportant un troisième réseau résonnant gravé, laquelle couche 2025 s'étend entre deux couches minces actives 2204 et 2205.

- 5 Par référence à la figure 17, les faces latérales (ou flancs) 2036, 2037 du motif 2038 d'un réseau formé sous la surface 2009 de la couche mince 2040, sont inclinées, par rapport à une normale 2008a à la surface 2009, d'un angle 2041 ; la couche mince active 2040 est
10 l'application d'un champ électrique transversal dans la couche 2040.

Dans le répartiteur illustré figure 19, les neuf filtres 2004 réfléchissants s'étendent dans cinq plans parallèles et sont régulièrement espacés de sorte que leurs centres optiques sont disposés aux sommets d'un maillage carré.

- 15 Par référence à la figure 18, le spectre 2400 de diffraction comporte un pic 2401 révélant l'existence d'une structure cristalline dans la couche mince active ; le reste du spectre, incluant la bosse 2402, étant significatif d'une structure amorphe.

REVENDICATIONS

1. Composant optique (3, 4, 1003, 1004) comportant au moins une couche (14,23,25,29,30,40) mince déposée sur un substrat (13,28), caractérisé en ce qu'il comporte une structure ou un réseau
5 résonnant(e) comportant une pluralité de motifs (15,16,31,32,38,63,65,67) formés dans ladite couche mince de façon à former un filtre passe-bande pour une incidence proche de la normale à ladite couche mince.
2. Composant selon la revendication 1, dans lequel ladite
10 structure ou ledit réseau résonnant(e) est pluripériodique.
3. Composant selon la revendication 1 ou 2, dans lequel lesdits motifs sont régulièrement espacés selon deux directions parallèles à ladite couche mince et selon un pas (62) inférieur à la longueur d'onde de filtrage.
- 15 4. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel lesdits motifs sont gravés dans ladite couche mince.
5. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la structure ou réseau (60) résonnant(e) comporte :
- une pluralité de premiers motifs (15) ayant une première forme
20 ou configuration ionique commune à tous lesdits premiers motifs,
 - une pluralité de deuxièmes motifs (16) ayant une deuxième forme commune à tous lesdits deuxièmes motifs,
- ladite deuxième forme ou configuration ionique étant différente de ladite première forme ou configuration ionique.
- 25 6. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, qui comporte :
- un premier réseau (15,16,31,32,38) résonnant pluripériodique gravé ou implanté dans au moins une première couche mince,

- un deuxième réseau résonnant pluripériodique gravé ou implanté dans au moins une deuxième couche mince,

- au moins une troisième couche mince formant une première région de couplage et découplage associée au premier réseau.

5 7. Composant selon la revendication 6, qui comporte en outre :

- au moins une quatrième couche mince formant une deuxième région de couplage et découplage associée au deuxième réseau,

- au moins une couche épaisse formant ledit substrat.

10 8. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, qui comporte deux structures ou réseaux résonnants disposés symétriquement par rapport à un plan (12,12b,12c) médian du composant, de façon à former un filtre (3) passe-bande en transmission.

15 9. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel lesdits motifs ont une section sensiblement circulaire ou carrée.

 10. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel les motifs du réseau sont formés dans une couche mince externe dont l'indice est inférieur à celui de la couche supportant ladite couche mince externe.

20 11. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dont la structure résonnante comporte un réseau de plots (38) dont les faces (36,37) latérales sont inclinées.

 12. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, qui comporte au moins trois réseaux résonnants prévus dans trois
25 couches minces (14,23,25) superposées.

 13. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, qui comporte moins de dix couches minces, en particulier une, deux ou trois couches minces associée(s) à chaque structure résonnante, et

dont la bande passante est centrée sur une longueur d'onde voisine de 1,5 micron.

14. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, 5 à 10, 12 ou 13, dans lequel lesdits motifs sont essentiellement
5 constitués par des régions dopées de ladite couche mince.

15. Composant selon la revendication 14, dans lequel les profils transversaux d'indice (36, 37) desdits motifs sont inclinés.

16. Multiplexeur ou démultiplexeur (1, 2) optique à division de longueur d'onde, qui comporte une pluralité de composants, en
10 particulier de 8 ou 16 à 256 composants (3,4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15.

17. Multiplexeur ou démultiplexeur selon la revendication 16, dans lequel lesdits composants (3,4) sont mécaniquement solidaires les uns des autres, dont les longueurs d'onde centrale respectives sont
15 différentes, qui s'étendent sensiblement parallèlement les uns aux autres, et qui comporte en outre un collimateur (11) associé à chaque composant (3,4), et le cas échéant un collimateur (5) ou guide d'onde adapté pour le couplage optique du multiplexeur ou démultiplexeur avec l'embout d'une fibre (6) optique.

20 18. Multiplexeur ou démultiplexeur selon la revendication 16 ou 17, dans lequel lesdits composants formant des filtres en réflexion sont disposés alignés selon un axe (50) commun à tous les composants.

19. Multiplexeur ou démultiplexeur selon la revendication 16 ou 17, dans lequel lesdits composants formant des filtres en transmission
25 sont disposés selon au moins deux plans (12b,12c) sensiblement parallèles entre eux.

20. Procédé de fabrication d'un composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, 5 à 10 ou 12 à 14, dans lequel on dépose de 1 à 10 couches minces sur un substrat, et dans lequel on

grave un réseau sur une couche mince par faisceau d'électrons ou par lithographie.

21. Procédé de fabrication d'un composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel on dépose de une à dix couches minces sur un substrat, et dans lequel on implante un réseau sur une couche mince par un faisceau d'ions délivré par un implantateur ionique.

22. Procédé selon la revendication 20 ou 21, dans lequel on empile et on assemble au moins deux composants dont les réseaux sont identiques.

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 20 à 22, dans lequel on ajuste la longueur d'onde centrale du filtre par dépôt d'une couche mince sur le réseau, ou par gravure.

24. Composant optique (2003, 2004) comportant au moins une couche (2014, 2023, 2025, 2040) mince déposée sur un substrat (2013), caractérisé en ce qu'il comporte au moins une structure ou un réseau résonant(e) formé dans une couche mince et en ce qu'au moins une couche mince est constituée d'un matériau non amorphe, de façon à former un filtre passe-bande actif.

25. Composant selon la revendication 24, dans lequel le matériau constituant la couche mince active est transparent aux longueurs d'onde de travail, en, particulier dans le domaine infrarouge.

26. Composant selon l'une quelconque des revendication 24 ou 25, dans lequel le matériau constituant la couche mince active est partiellement cristallin et doté de propriétés piézoélectriques et/ou photoélectriques, et est choisi parmi le groupe consistant en LiNbO_3 , BaTiO_3 , ZnO , Ta_2O_5 , ITO modifié.

27. Composant selon l'une quelconque des revendications 24 à 26, dans lequel ledit réseau résonnant est formé dans ladite couche active (2014) qui est en contact électrique avec deux électrodes (2140).

28. Composant selon l'une quelconque des revendications 24 à 26, dans lequel ledit réseau résonnant est enserré entre deux couches actives (2200, 2201) qui sont chacune en contact avec une électrode (2300, 2301).

5 29. Composant selon l'une quelconque des revendications 24 à 28, dans lequel le réseau est constitué de motifs ou régions (2015, 2016) dopés.

10 30. Composant selon l'une quelconque des revendications 24 à 29, dans lequel le réseau est pluripériodique, ledit réseau comportant une pluralité de motifs (15,16,31,38,63,65,67) régulièrement espacés selon deux directions et selon un pas inférieur à la longueur d'onde de filtrage.

31. Composant selon l'une quelconque des revendications 24 à 30, dans lequel la structure ou réseau (60) résonant(e) comporte :

15 - une pluralité de premiers motifs (15) dopés ou gravés ayant une première configuration commune à tous lesdits premiers motifs,

- une pluralité de deuxièmes motifs (16) dopés ou gravés ayant une deuxième configuration commune à tous lesdits deuxièmes motifs,

20 ladite deuxième configuration étant différente de ladite première configuration.

32. Composant selon l'une quelconque des revendications 24 à 31, qui comporte :

- un premier réseau (15,16,31,38) résonant pluripériodique gravé ou implanté dans au moins une première couche mince,

25 - un deuxième réseau résonant pluripériodique gravé ou implanté dans au moins une deuxième couche mince,

- au moins une troisième couche mince formant une première région de couplage et découplage associée au premier réseau,

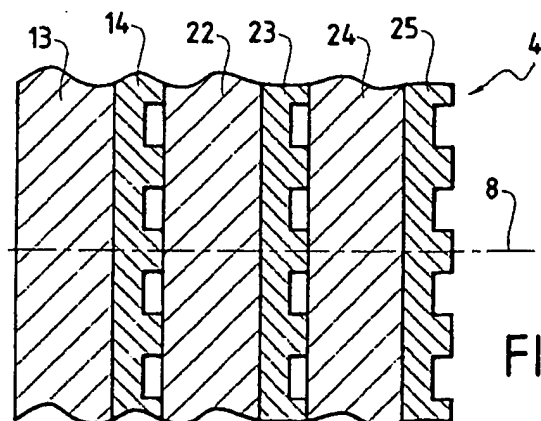
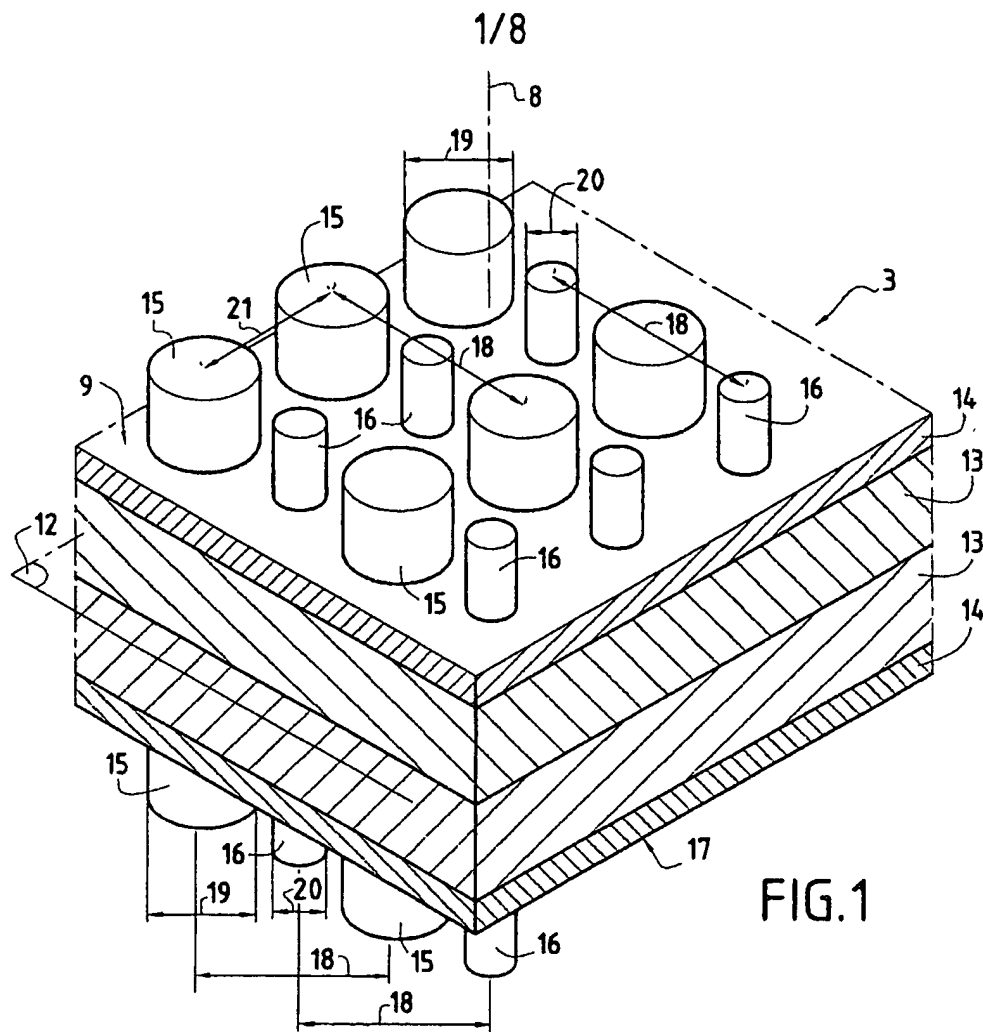
- au moins une quatrième couche mince formant une deuxième région de couplage et découplage associée au deuxième réseau,

- au moins une couche épaisse formant ledit substrat.

33. Composant selon l'une quelconque des revendications 24 à 5 32, qui comporte deux structures ou réseaux résonants disposés symétriquement par rapport au plan (2012) médian du composant, de façon à former un filtre (3) passe-bande en transmission.

34. Dispositif optique à division de longueur d'onde, en particulier multiplexeur ou démultiplexeur (1, 2) optique, qui comporte 10 une pluralité de composants, en particulier de 8 ou 16 à 256 composants (2003, 2004) selon l'une quelconque des revendications 24 à 33, dans lequel lesdits composants (2003, 2004) sont mécaniquement solidaires les uns des autres, dont les longueurs d'onde centrale respectives sont de préférence différentes, et qui s'étendent 15 sensiblement parallèlement les uns aux autres, et qui comporte en outre un moyen de collimation (11) associé à chaque composant (2003, 2004), et le cas échéant un moyen de collimation (5) ou guide d'onde adapté pour le couplage optique du dispositif avec l'embout d'une fibre (6) optique.

20 35. Procédé de fabrication d'un composant selon l'une quelconque des revendications 24 à 33, dans lequel on réalise la couche mince active par dépôt d'un matériau à température élevée, en particulier à une température située dans une plage allant de 200°C à 900°C lorsqu'on utilise du Ta₂O₅, et/ou en utilisant un faisceau d'ions ou 25 d'électrons dont l'énergie est suffisante pour provoquer un arrachement de structures cristallines.



3/8

FIG.5

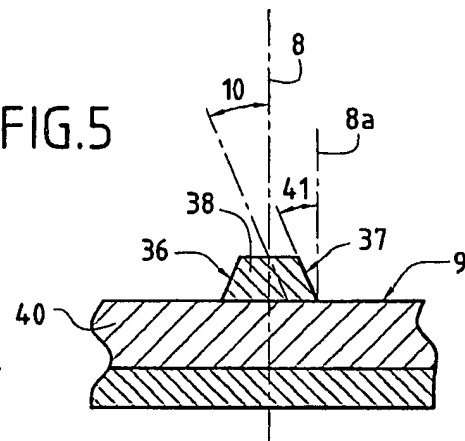
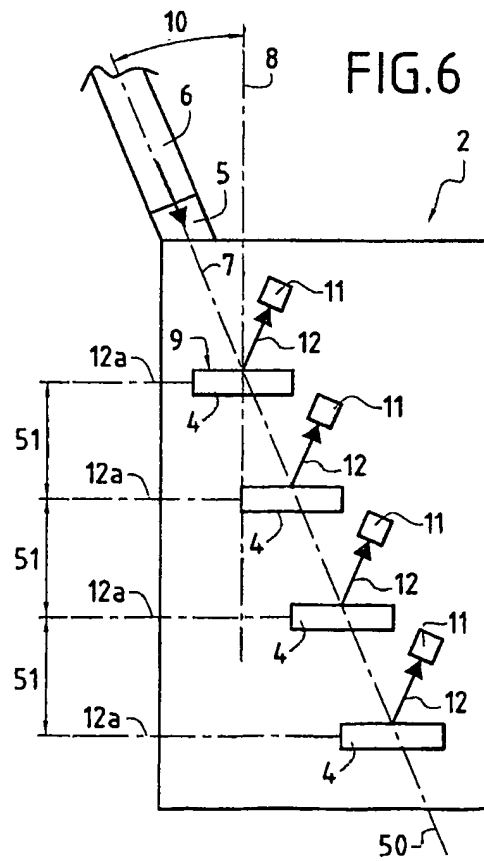
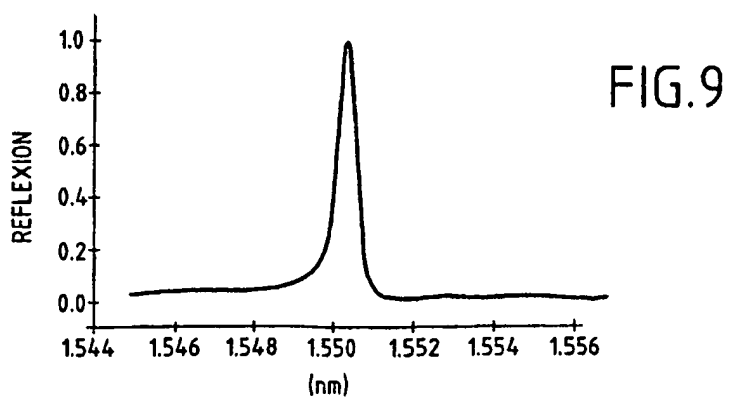
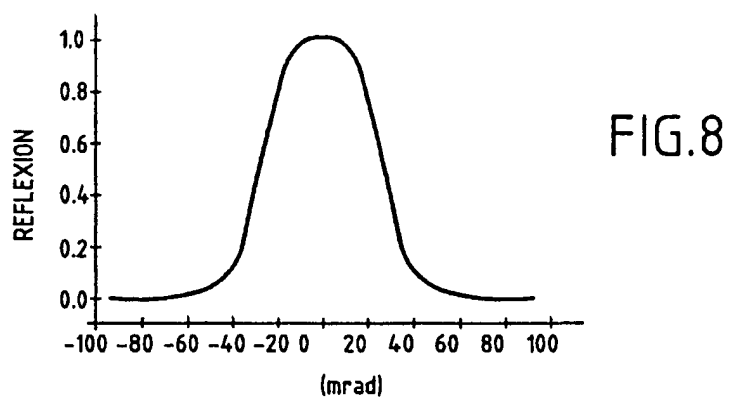
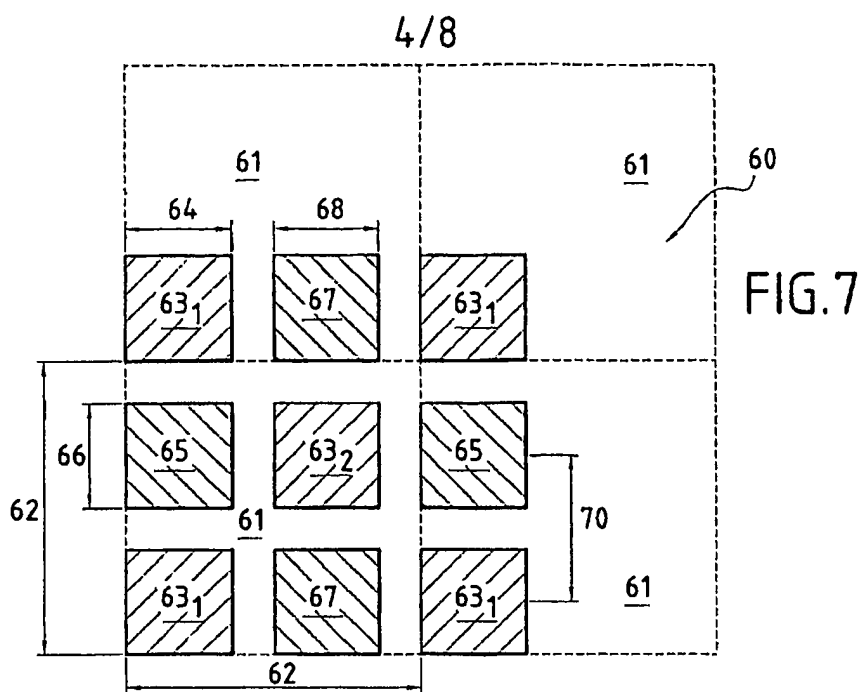
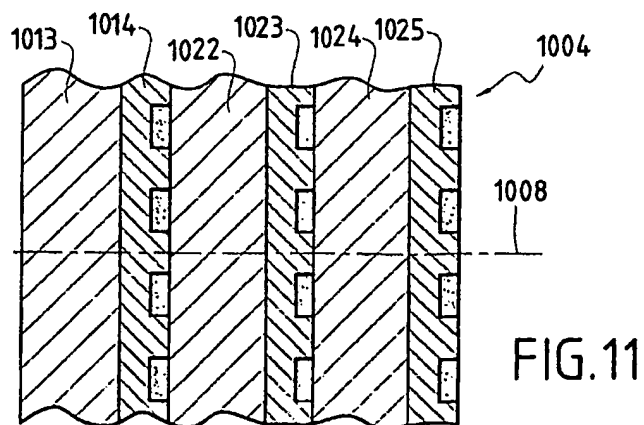
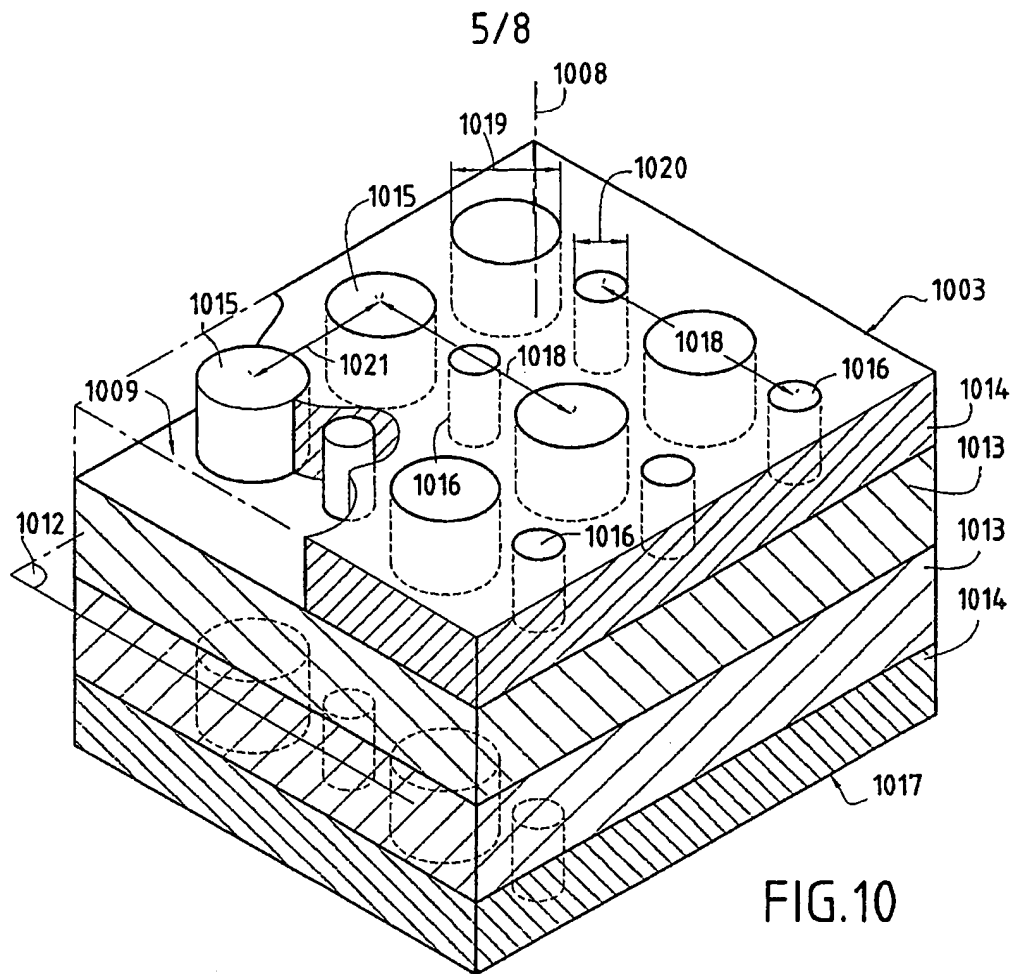


FIG.6







6/8

FIG.12

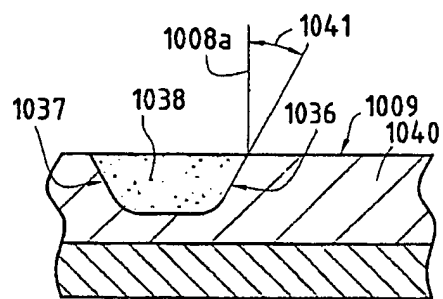
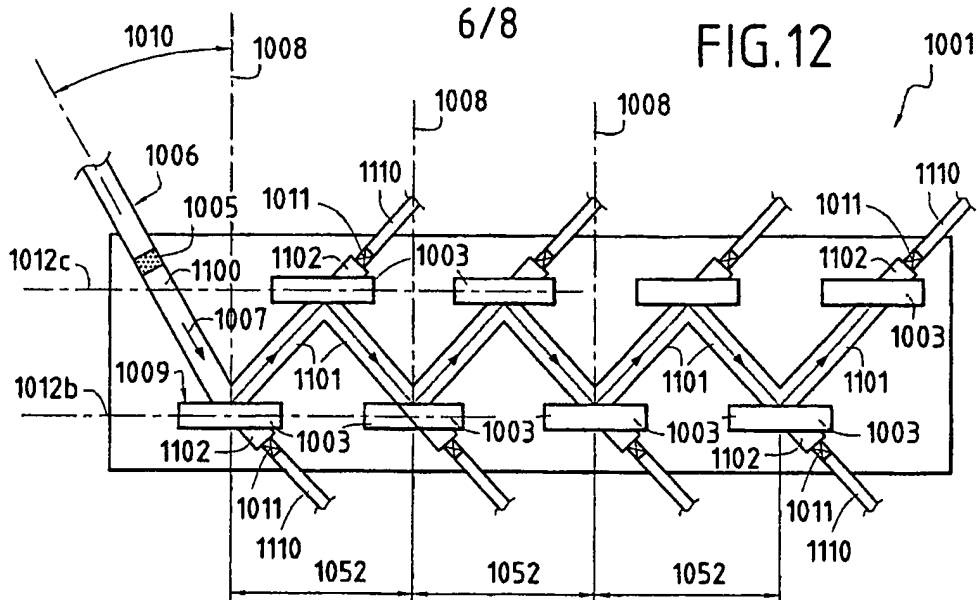


FIG.13

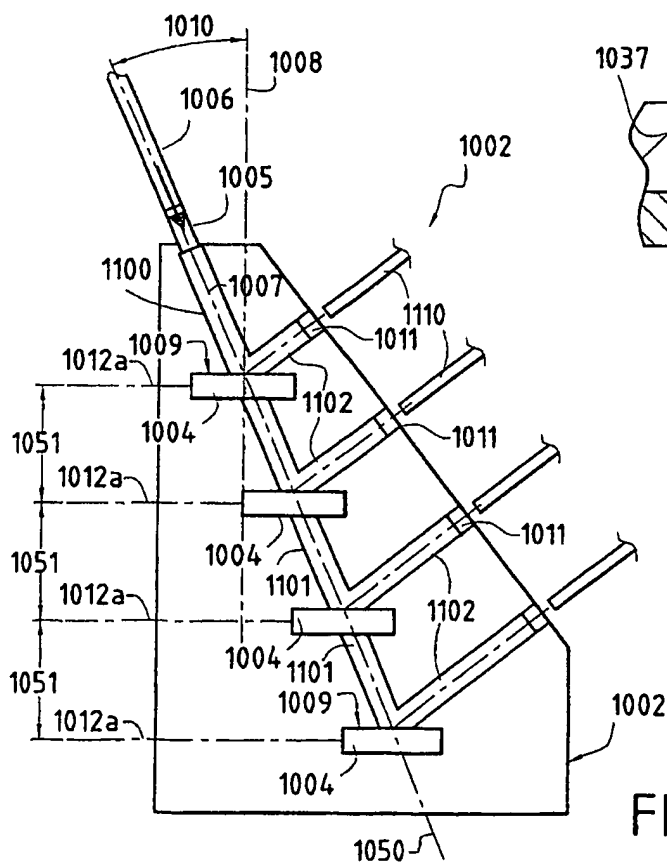
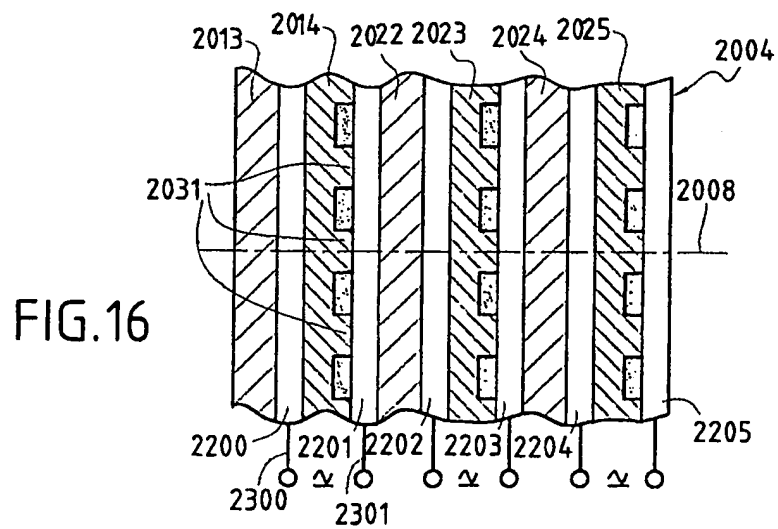
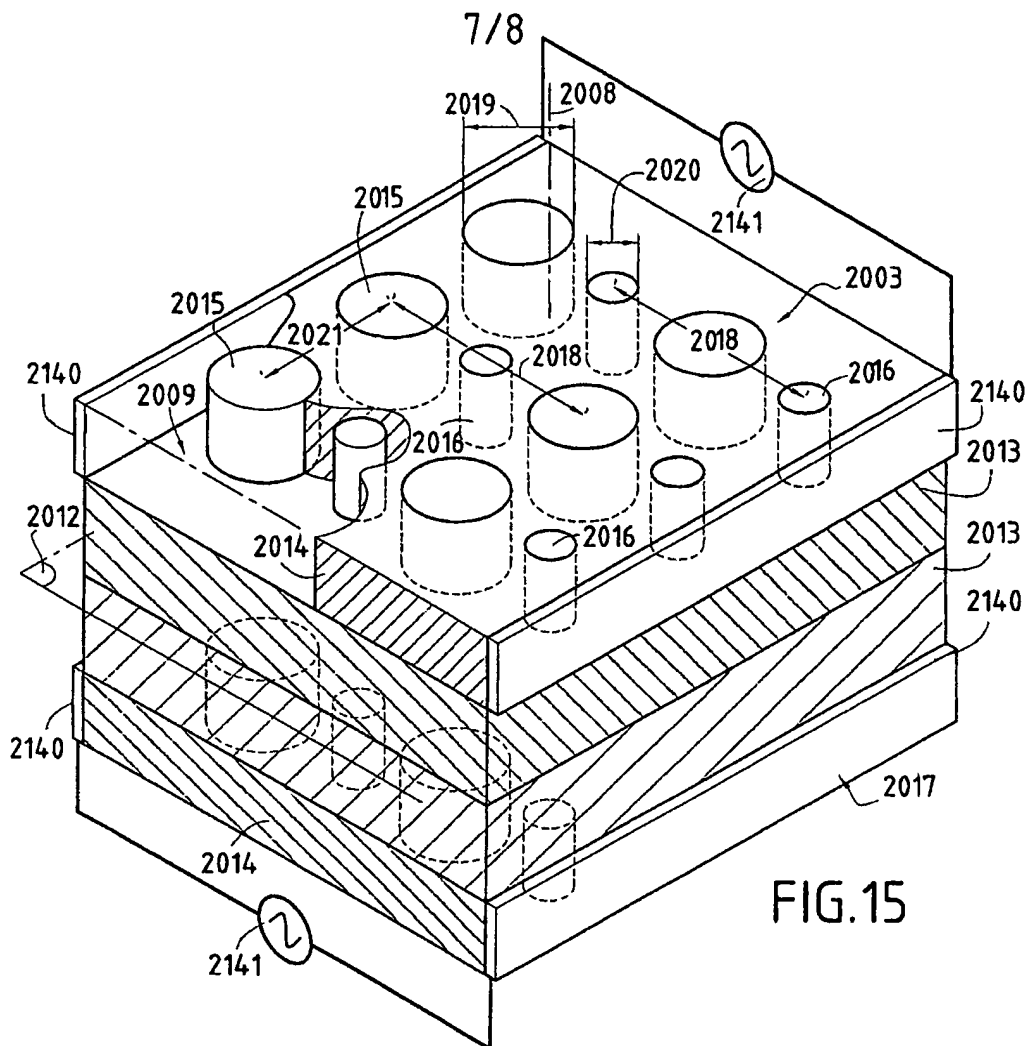


FIG.14



8/8

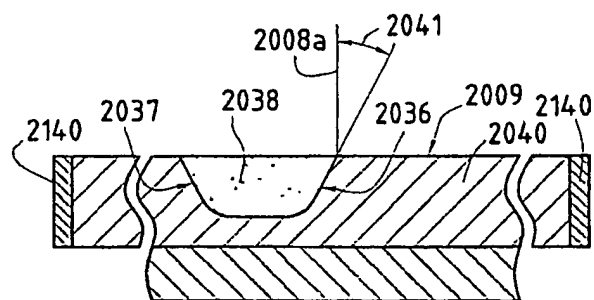


FIG.17

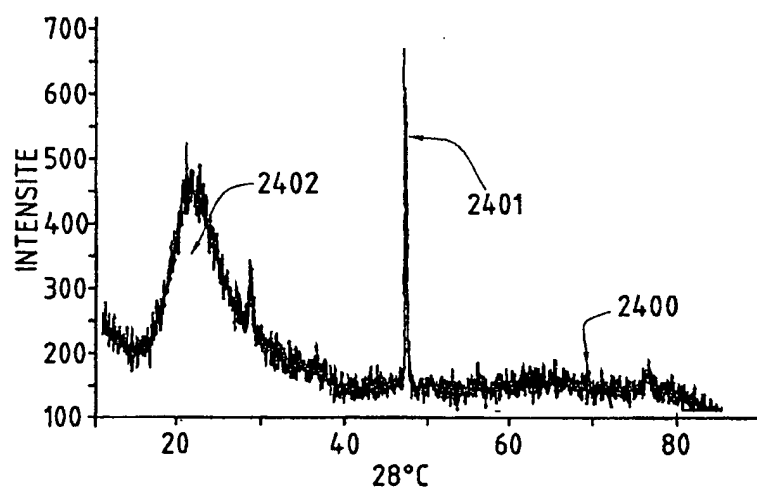


FIG.18

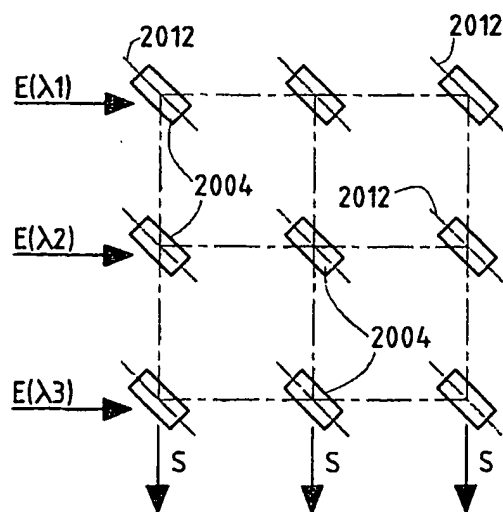


FIG.19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No.

PCT/FR 01/03159

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B6/124 G02B6/13 G02B6/293 G02B5/18 G02F1/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B G02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>US 3 970 959 A (WANG SHYH ET AL) 20 July 1976 (1976-07-20) figures 1,2,6,13,16 column 9, line 53 - line 68 column 10, line 1 - line 15 column 11, line 43 - line 68 column 12, line 1 - line 62 column 13, line 57 - line 68 column 14, line 1 - line 68 column 15, line 1 - line 6 column 9, line 53 - line 68 column 10, line 1 - line 15</p> <p style="text-align: center;">--- -/-</p>	1,9

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

22 January 2002

Date of mailing of the International search report

29/01/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mathyssek, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte Application No
PCT/FR 01/03159

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 13, 5 February 2001 (2001-02-05) -& JP 2000 275415 A (OSAKA PREFECTURE; JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP), 6 October 2000 (2000-10-06) the whole document ---	1,9
X	US 5 157 537 A (ROSENBLATT DAVID) 20 October 1992 (1992-10-20) column 9, line 23 - column 11, line 66 figure 5 ---	24-29
X	WO 97 44686 A (FRIESEM ASHER A ; YEDA RES & DEV (IL); SHARON AVNER ZVI (IL)) 27 November 1997 (1997-11-27) page 8, line 9 - page 10, line 5 figures 2-4 ---	24-29
X,P	EP 1 096 274 A (HAVIT CO LTD) 2 May 2001 (2001-05-02) figures 1-3,7,9,11 column 1, line 49 - line 58 column 2, line 1 - line 5 column 4, line 9 - line 57 column 6, line 1 - line 58 column 6, line 1 - line 57 ---	1,5,11, 21
X	US 5 216 680 A (WANG SHU-SHAW ET AL) 1 June 1993 (1993-06-01) cited in the application column 3, line 59 - column 5, line 7 column 11, line 1 - line 24 ---	24-26
Y	EP 0 508 970 A (INST MIKROELEKTRONIK IM) 14 October 1992 (1992-10-14) the whole document	1,2,4
A	* idem *	9,20
Y	US 5 892 230 A (SMITH HENRY I ET AL) 6 April 1999 (1999-04-06) figures 1-3,7,11,17 column 1, line 12 - line 67 column 2, line 1 - line 8 column 9, line 41 - line 55 column 11, line 9 - line 32	1,2,4
A	* idem *	9

	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte al Application No

PCT/FR 01/03159

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 496 216 A (COWAN JAMES J) 29 January 1985 (1985-01-29) column 1, line 12 - line 68 column 2, line 1 - line 45 column 3, line 55 - line 68 column 4, line 1 - line 26 column 15, line 5 - line 26 figures 1-4 ----	1,9
A	US 5 434 708 A (KAY DAVID B ET AL) 18 July 1995 (1995-07-18) column 3, line 49 - line 68 column 4, line 1 - line 22 figure 3 ----	1,8,22
A	US 5 369 722 A (HEMING MARTIN ET AL) 29 November 1994 (1994-11-29) column 6, line 32 - line 68 claims 13-37; figures ----	1,6,12
A	US 5 245 596 A (GUPTA MOOL C ET AL) 14 September 1993 (1993-09-14) the whole document ----	1,6,19
A	US 6 064 685 A (BISSESSUR HANS ET AL) 16 May 2000 (2000-05-16) figures 1A,1B,4A column 1, line 29 - line 52 column 5, line 20 - line 48 ----	1,5,11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 294 (P-894), 7 July 1989 (1989-07-07) -& JP 01 076005 A (RICOH CO LTD), 22 March 1989 (1989-03-22) the whole document ----	1,17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 02, 29 February 2000 (2000-02-29) -& JP 11 311709 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 9 November 1999 (1999-11-09) the whole document ----	1,5,14, 21
A	US 6 035 089 A (SITTER JR DAVID N ET AL) 7 March 2000 (2000-03-07) column 2, line 57 -column 5, line 49 ----	24

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No.

PCT/FR 01/03159

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>YOSHINO K ET AL: "Mechanical tuning of the optical properties of plastic opal as a photonic crystal"</p> <p>JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, JP, vol. 38, no. 7A, PART 2, 1 July 1999 (1999-07-01), pages L786-L788, XP002180777</p> <p>ISSN: 0021-4922</p> <p>the whole document</p>	24
A	<p>---</p> <p>KUSHWAHA M S ET AL: "Band-gap engineering in two-dimensional periodic photonic crystals"</p> <p>JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 88, no. 5, 1 September 2000 (2000-09-01), pages 2877-2884, XP002180778</p> <p>ISSN: 0021-8979</p> <p>Chapter I: Introduction</p>	24
A	<p>---</p> <p>US 3 868 589 A (WANG SHYH)</p> <p>25 February 1975 (1975-02-25)</p> <p>figure 18</p> <p>column 24, line 4 -column 27, line 54</p> <p>-----</p>	24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 01/03159

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3970959	A	20-07-1976	US 3884549 A	20-05-1975
JP 2000275415	A	06-10-2000	NONE	
US 5157537	A	20-10-1992	US 5337183 A	09-08-1994
WO 9744686	A	27-11-1997	EP 0898799 A2 WO 9744686 A2 JP 2000514566 T US 6215928 B1	03-03-1999 27-11-1997 31-10-2000 10-04-2001
EP 1096274	A	02-05-2001	CN 1294307 A EP 1096274 A2 JP 2001133616 A	09-05-2001 02-05-2001 18-05-2001
US 5216680	A	01-06-1993	AU 2391992 A WO 9301510 A1	11-02-1993 21-01-1993
EP 0508970	A	14-10-1992	SE 468188 B AT 145091 T DE 69214990 D1 DE 69214990 T2 EP 0508970 A1 JP 2889759 B2 JP 5118915 A SE 9101034 A US 5229614 A	16-11-1992 15-11-1996 12-12-1996 28-05-1997 14-10-1992 10-05-1999 14-05-1993 09-10-1992 20-07-1993
US 5892230	A	06-04-1999	WO 9854746 A1	03-12-1998
US 4496216	A	29-01-1985	AU 563318 B2 AU 2432284 A CA 1207580 A1 DE 3374441 D1 EP 0130214 A1 JP 60500100 T WO 8402781 A1	02-07-1987 02-08-1984 15-07-1986 17-12-1987 09-01-1985 24-01-1985 19-07-1984
US 5434708	A	18-07-1995	NONE	
US 5369722	A	29-11-1994	DE 4228853 A1 AT 178144 T CA 2078612 A1 DE 59209662 D1 EP 0533074 A1 EP 0622647 A2 ES 2136068 T3 JP 2903033 B2 JP 5273427 A US 5480687 A	25-03-1993 15-04-1999 19-03-1993 29-04-1999 24-03-1993 02-11-1994 16-11-1999 07-06-1999 22-10-1993 02-01-1996
US 5245596	A	14-09-1993	NONE	
US 6064685	A	16-05-2000	FR 2775355 A1 EP 0939324 A1 JP 11316312 A	27-08-1999 01-09-1999 16-11-1999
JP 01076005 5	A		NONE	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 01/03159

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 11311709 5 A		NONE	
US 6035089 A	07-03-2000	AU 7596598 A WO 9857200 A1	30-12-1998 17-12-1998
US 3868589 A	25-02-1975	DE 2350634 A1 GB 1443750 A JP 49134348 A	18-04-1974 21-07-1976 24-12-1974

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De l'Organisation internationale No
PCT/FR 01/03159

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 G02B6/124 G02B6/13 G02B6/293 G02B5/18 G02F1/01		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 G02B G02F		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, INSPEC, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 3 970 959 A (WANG SHYH ET AL) 20 juillet 1976 (1976-07-20) figures 1,2,6,13,16 colonne 9, ligne 53 - ligne 68 colonne 10, ligne 1 - ligne 15 colonne 11, ligne 43 - ligne 68 colonne 12, ligne 1 - ligne 62 colonne 13, ligne 57 - ligne 68 colonne 14, ligne 1 - ligne 68 colonne 15, ligne 1 - ligne 6 colonne 9, ligne 53 - ligne 68 colonne 10, ligne 1 - ligne 15 --- <div style="text-align: center;">-/--</div>	1,9
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* document ultérieur, publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
22 janvier 2002		29/01/2002
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Mathyssek, K

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den Internationale No
PCT/FR 01/03159

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 13, 5 février 2001 (2001-02-05) -& JP 2000 275415 A (OSAKA PREFECTURE; JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP), 6 octobre 2000 (2000-10-06) le document en entier ----	1,9
X	US 5 157 537 A (ROSENBLATT DAVID) 20 octobre 1992 (1992-10-20) colonne 9, ligne 23 - colonne 11, ligne 66 figure 5 ----	24-29
X	WO 97 44686 A (FRIESEM ASHER A ; YEDA RES & DEV (IL); SHARON AVNER ZVI (IL)) 27 novembre 1997 (1997-11-27) page 8, ligne 9 - page 10, ligne 5 figures 2-4 ----	24-29
X,P	EP 1 096 274 A (HAVIT CO LTD) 2 mai 2001 (2001-05-02) figures 1-3,7,9,11 colonne 1, ligne 49 - ligne 58 colonne 2, ligne 1 - ligne 5 colonne 4, ligne 9 - ligne 57 colonne 6, ligne 1 - ligne 58 colonne 6, ligne 1 - ligne 57 ----	1,5,11, 21
X	US 5 216 680 A (WANG SHU-SHAW ET AL) 1 juin 1993 (1993-06-01) cité dans la demande colonne 3, ligne 59 - colonne 5, ligne 7 colonne 11, ligne 1 - ligne 24 ----	24-26
Y	EP 0 508 970 A (INST MIKROELEKTRONIK IM) 14 octobre 1992 (1992-10-14) le document en entier	1,2,4
A	* idem *	9,20
Y	US 5 892 230 A (SMITH HENRY I ET AL) 6 avril 1999 (1999-04-06) figures 1-3,7,11,17 colonne 1, ligne 12 - ligne 67 colonne 2, ligne 1 - ligne 8 colonne 9, ligne 41 - ligne 55 colonne 11, ligne 9 - ligne 32	1,2,4
A	* idem *	9
	----- -/--	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De Internationale No
PCT/FR 01/03159

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 496 216 A (COWAN JAMES J) 29 janvier 1985 (1985-01-29) colonne 1, ligne 12 - ligne 68 colonne 2, ligne 1 - ligne 45 colonne 3, ligne 55 - ligne 68 colonne 4, ligne 1 - ligne 26 colonne 15, ligne 5 - ligne 26 figures 1-4 ---	1,9
A	US 5 434 708 A (KAY DAVID B ET AL) 18 juillet 1995 (1995-07-18) colonne 3, ligne 49 - ligne 68 colonne 4, ligne 1 - ligne 22 figure 3 ---	1,8,22
A	US 5 369 722 A (HEMING MARTIN ET AL) 29 novembre 1994 (1994-11-29) colonne 6, ligne 32 - ligne 68 revendications 13-37; figures ---	1,6,12
A	US 5 245 596 A (GUPTA MOOL C ET AL) 14 septembre 1993 (1993-09-14) le document en entier ---	1,6,19
A	US 6 064 685 A (BISSESSUR HANS ET AL) 16 mai 2000 (2000-05-16) figures 1A,1B,4A colonne 1, ligne 29 - ligne 52 colonne 5, ligne 20 - ligne 48 ---	1,5,11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 294 (P-894), 7 juillet 1989 (1989-07-07) -& JP 01 076005 A (RICOH CO LTD), 22 mars 1989 (1989-03-22) le document en entier ---	1,17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 02, 29 février 2000 (2000-02-29) -& JP 11 311709 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 9 novembre 1999 (1999-11-09) le document en entier ---	1,5,14, 21
A	US 6 035 089 A (SITTER JR DAVID N ET AL) 7 mars 2000 (2000-03-07) colonne 2, ligne 57 -colonne 5, ligne 49 ---	24

-/--

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den Internationale No
PCT/FR 01/03159

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>YOSHINO K ET AL: "Mechanical tuning of the optical properties of plastic opal as a photonic crystal"</p> <p>JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, JP, vol. 38, no. 7A, PART 2, 1 juillet 1999 (1999-07-01), pages L786-L788, XP002180777</p> <p>ISSN: 0021-4922</p> <p>le document en entier</p> <p style="text-align: center;">----</p>	24
A	<p>KUSHWAHA M S ET AL: "Band-gap engineering in two-dimensional periodic photonic crystals"</p> <p>JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 88, no. 5, 1 septembre 2000 (2000-09-01), pages 2877-2884, XP002180778</p> <p>ISSN: 0021-8979</p> <p>Chapter I: Introduction</p> <p style="text-align: center;">----</p>	24
A	<p>US 3 868 589 A (WANG SHYH)</p> <p>25 février 1975 (1975-02-25)</p> <p>figure 18</p> <p>colonne 24, ligne 4 -colonne 27, ligne 54</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	24

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Den Internationale No
PCT/FR 01/03159

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3970959	A	20-07-1976	US 3884549 A	20-05-1975
JP 2000275415	A	06-10-2000	AUCUN	
US 5157537	A	20-10-1992	US 5337183 A	09-08-1994
WO 9744686	A	27-11-1997	EP 0898799 A2 WO 9744686 A2 JP 2000514566 T US 6215928 B1	03-03-1999 27-11-1997 31-10-2000 10-04-2001
EP 1096274	A	02-05-2001	CN 1294307 A EP 1096274 A2 JP 2001133616 A	09-05-2001 02-05-2001 18-05-2001
US 5216680	A	01-06-1993	AU 2391992 A WO 9301510 A1	11-02-1993 21-01-1993
EP 0508970	A	14-10-1992	SE 468188 B AT 145091 T DE 69214990 D1 DE 69214990 T2 EP 0508970 A1 JP 2889759 B2 JP 5118915 A SE 9101034 A US 5229614 A	16-11-1992 15-11-1996 12-12-1996 28-05-1997 14-10-1992 10-05-1999 14-05-1993 09-10-1992 20-07-1993
US 5892230	A	06-04-1999	WO 9854746 A1	03-12-1998
US 4496216	A	29-01-1985	AU 563318 B2 AU 2432284 A CA 1207580 A1 DE 3374441 D1 EP 0130214 A1 JP 60500100 T WO 8402781 A1	02-07-1987 02-08-1984 15-07-1986 17-12-1987 09-01-1985 24-01-1985 19-07-1984
US 5434708	A	18-07-1995	AUCUN	
US 5369722	A	29-11-1994	DE 4228853 A1 AT 178144 T CA 2078612 A1 DE 59209662 D1 EP 0533074 A1 EP 0622647 A2 ES 2136068 T3 JP 2903033 B2 JP 5273427 A US 5480687 A	25-03-1993 15-04-1999 19-03-1993 29-04-1999 24-03-1993 02-11-1994 16-11-1999 07-06-1999 22-10-1993 02-01-1996
US 5245596	A	14-09-1993	AUCUN	
US 6064685	A	16-05-2000	FR 2775355 A1 EP 0939324 A1 JP 11316312 A	27-08-1999 01-09-1999 16-11-1999
JP 01076005 5	A		AUCUN	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Den Internationale No
PCT/FR 01/03159

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3970959	A	20-07-1976	US 3884549 A	20-05-1975
JP 2000275415	A	06-10-2000	AUCUN	
US 5157537	A	20-10-1992	US 5337183 A	09-08-1994
WO 9744686	A	27-11-1997	EP 0898799 A2 WO 9744686 A2 JP 2000514566 T US 6215928 B1	03-03-1999 27-11-1997 31-10-2000 10-04-2001
EP 1096274	A	02-05-2001	CN 1294307 A EP 1096274 A2 JP 2001133616 A	09-05-2001 02-05-2001 18-05-2001
US 5216680	A	01-06-1993	AU 2391992 A WO 9301510 A1	11-02-1993 21-01-1993
EP 0508970	A	14-10-1992	SE 468188 B AT 145091 T DE 69214990 D1 DE 69214990 T2 EP 0508970 A1 JP 2889759 B2 JP 5118915 A SE 9101034 A US 5229614 A	16-11-1992 15-11-1996 12-12-1996 28-05-1997 14-10-1992 10-05-1999 14-05-1993 09-10-1992 20-07-1993
US 5892230	A	06-04-1999	WO 9854746 A1	03-12-1998
US 4496216	A	29-01-1985	AU 563318 B2 AU 2432284 A CA 1207580 A1 DE 3374441 D1 EP 0130214 A1 JP 60500100 T WO 8402781 A1	02-07-1987 02-08-1984 15-07-1986 17-12-1987 09-01-1985 24-01-1985 19-07-1984
US 5434708	A	18-07-1995	AUCUN	
US 5369722	A	29-11-1994	DE 4228853 A1 AT 178144 T CA 2078612 A1 DE 59209662 D1 EP 0533074 A1 EP 0622647 A2 ES 2136068 T3 JP 2903033 B2 JP 5273427 A US 5480687 A	25-03-1993 15-04-1999 19-03-1993 29-04-1999 24-03-1993 02-11-1994 16-11-1999 07-06-1999 22-10-1993 02-01-1996
US 5245596	A	14-09-1993	AUCUN	
US 6064685	A	16-05-2000	FR 2775355 A1 EP 0939324 A1 JP 11316312 A	27-08-1999 01-09-1999 16-11-1999
JP 01076005 5	A		AUCUN	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der Internationale No

PCT/FR 01/03159

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 11311709 5 A		AUCUN	
US 6035089 A	07-03-2000	AU 7596598 A WO 9857200 A1	30-12-1998 17-12-1998
US 3868589 A	25-02-1975	DE 2350634 A1 GB 1443750 A JP 49134348 A	18-04-1974 21-07-1976 24-12-1974